

Efektivitas Ekstrak Biji Mahkota Dewa (*Phaleria papuena* Warb) Dalam Mengendalikan Hama *Spodoptera exigua* Hubner (Lepidoptera: Noctuidae) Pada Pertanaman Bawang Merah

Effectiveness of Seed Extract of *Phaleria papuena* Warb in Controlling Beet Armyworm Pest (*Spodoptera exigua* Hubner) at the Onion Crops

Shahabuddin¹⁾ dan Nur Khasanah¹⁾

¹⁾ Program Studi Agroteknologi. Fakultas Pertanian, Universitas Tadulako, Jl. Soekarno – Hatta Km 9 Palu 94118, Sulawesi Tengah Telp/Fax: 0451 – 429738.

ABSTRACT

A study aiming at comparing the effectiveness of seed extract of *Phaleria papuena* Warb and chemical insecticides for controlling beet armyworm pest (*Spodoptera exigua* Hubner) at the onion crops has been conducted. The experiment was set up by using a completely randomized design (CRD) with five treatments and tree replicates. The treatments applied were: without insecticide application as a control (P0), botanical insecticide, *Phaleria papuena* extract 2% (P1), 4% (P2), and 6% (P3), and chemical insecticide, prevathon 50 SC (P4). Variables measured were *Spodoptera exigua* population density and intensity of pest infestation. Results showed that application of botanical and chemical insecticides significantly reducing the population density and the infestation of *Spodoptera exigua*. Effectiveness of *Phaleria papuena* extract 6% (P3) and prevathon (P4) was not significantly different in controlling *Spodoptera exigua*. In average, the application of *Phaleria papuena* extract 6% (P3) and prevathon (P4) reduced population density at 9.4% and 9.3%, respectively, and infestation intensity of *Spodoptera exigua* 37.8% and 36.7%, respectively. These results suggest that the seed extract of *Phaleria papuena* is highly potential to be developed as botanical insecticide.

Key Words : Botanical insecticides, *Phaleria papuena*, *Spodoptera exigua*.

PENDAHULUAN

Tanaman bawang merah lokal Palu yang dikenal dengan nama bawang goreng Palu banyak diusahakan oleh petani di Lembah Palu. Bawang goreng Palu memiliki ciri khas yang berbeda dengan bawang goreng lainnya di Indonesia yaitu beroma harum, renyah dan gurih serta tahan lama bila disimpan dalam kemasan plastik kedap udara. Meskipun merupakan salah satu komoditas unggulan kota Palu, produksi bawang goreng Palu masih rendah. Produktivitas bawang ini di tingkat petani masih sekitar 4,1 ton/ha sementara potensi produksinya dapat mencapai 10 ton/ha (BPTP Sulteng, 2009).

Budidaya bawang merah selalu dihadapkan dengan berbagai masalah

maupun risiko di lapangan, diantaranya serangan hama dan penyakit. Ulat bawang (*Spodoptera exigua* Hubner) merupakan hama utama pada tanaman bawang merah (Kalshoven, 1981). Kehilangan hasil yang disebabkan oleh hama-hama tersebut di Lembah Palu Sulawesi Tengah bisa mencapai 20-70% (BPTP, 2011).

Pengendalian hama bawang merah yang dilakukan petani hingga saat ini, masih mengandalkan penggunaan insektisida sintetik dengan dosis aplikasi dan frekuensi yang semakin tinggi (BPTP SULTENG, 2008). Hal ini tidak hanya dapat berdampak buruk bagi lingkungan dan kesehatan tetapi juga menyebabkan terbunuhnya musuh alami hama dan memicu terjadinya resistensi hama (Untung, 2006). Oleh karena itu teknik pengendalian alternatif misalnya

penggunaan insektisida nabati perlu terus dikembangkan. Selain proses pembuatannya tidak membutuhkan teknologi tinggi, bahan aktif insektisida nabati lebih mudah terurai (*bio-degradable*) sehingga lebih bersifat ramah lingkungan (Wiratno, 2011).

Indonesia memiliki kekayaan flora yang sangat beragam, mengandung cukup banyak jenis tumbuh-tumbuhan yang merupakan sumber bahan pestisida nabati yang dapat dimanfaatkan untuk pengendalian hama. Oleh karena itu upaya penggalian potensi tumbuhan sebagai sumber pestisida nabati sebagai alternatif pengendalian hama perlu terus ditingkatkan (Setyolaksiono, 2011). Penggunaan insektisida nabati juga sesuai dengan UU No. 12/1992 serta Peraturan Pemerintah (PP) No. 6 Tahun 1995 yang menekankan bahwa penggunaan pestisida sintetik dalam rangka pengendalian organisme pengganggu tumbuhan (OPT) merupakan alternatif terakhir (Untung, 2006).

Salah satu tumbuhan yang dapat digunakan sebagai insektisida nabati adalah tumbuhan biji mahkota dewa (*Phaleria papuana* Warb). Biji mahkota dewa mengandung zat aktif seperti alkaloid, tannin, flavonoid, fenol, saponin, lignan, minyak atsiri dan sterol. Dengan kandungan senyawa-senyawa metabolit sekunder tersebut EBMD dilaporkan dapat menyebabkan mortalitas yang tinggi pada larva nyamuk *Aedes aegypti* (Watuguly dan Wilhelmus, 2004), serta larva *Croccidolomia binotalis* (Apriani, 2009) dan *Plutella xyostella* (Anggraini, 2009) pada tanaman Caisin.

Tujuan penelitian ini untuk membandingkan efektivitas ekstrak biji mahkota dewa (EBMD) dan insektisida sintetik dalam menekan populasi dan tingkat serangan *Spodoptera exigua* pada pertanaman bawang merah.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan November 2011 sampai Februari 2012 pada lahan petani di Desa Poboya, Kelurahan Talise, Kecamatan Palu Timur.

Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 5 perlakuan yang digunakan, yaitu: tanpa aplikasi insektisida (P0), EBMD 2% (P1), EBMD 4% (P2), EBMD 6% (P3) dan insektisida prevathon 50 SC (P4). Setiap perlakuan diulang sebanyak 3 kali sehingga terdapat 15 unit percobaan.

Pelaksanaan Penelitian.

Penanaman dan Pemeliharaan Bawang Merah. Benih yang telah disortir ditanam pada bedengan seluas 1 x 3 m dan tinggi 25 cm dengan dengan jarak tanam 15x20 cm dan jarak antar bedeng 30 cm. Pemeliharaan tanaman dilakukan dengan penyiraman, penyiangan dan penyulaman (Rukmana, 1995).

Pembuatan Ekstrak Biji Mahkota Dewa.

Metode ekstraksi yang digunakan adalah metode maserasi yang dimodifikasi dari Wiratno (2011). Buah mahkota dewa yang digunakan adalah buah yang matang dengan warna merah sempurna. Sebanyak 1 kg biji mahkota dewa yang telah dipisahkan dengan buahnya dan dikeringkan, ditumbuk sampai halus. Tepung biji mahkota dewa yang dihasilkan dimasukkan ke dalam 1 liter air lalu diaduk selama 5 menit dan direndam selama 24 jam. Larutan hasil perendaman disaring dan diambil airnya dan dijadikan sebagai larutan stok. Selanjutnya dilakukan pengenceran sesuai dengan konsentrasi perlakuan.

Aplikasi Perlakuan. Aplikasi pertama masing-masing ekstrak dilakukan pada minggu ke-4 (22 HST) sampai minggu ke-9 (57 HST) dengan selang waktu 7 hari sekali. Aplikasi insektisida dihentikan 2 minggu sebelum panen.

Variabel Pengamatan.

Kepadatan Populasi Larva. Populasi larva diamati pada setiap 10 tanaman sampel per petak, sehingga jumlah keseluruhan tanaman sampel adalah 150 tanaman. Penentuan tanaman sampel mengikuti garis diagonal dan tanaman pada pinggiran bedeng (border) tidak dimasukkan sebagai sampel. Pengamatan dilakukan setiap minggu yang dimulai pada 25 hari setelah tanam (25 HST) sampai dengan 60 HST.

Intensitas Serangan. Intensitas serangan diamati pada setiap 10 tanaman sampel per petak kemudian menghitung intensitas serangan menggunakan metode mutlak (Untung, 2006) yaitu:

$$I = \frac{a}{b} \times 100\%$$

Keterangan:

I = Intensitas serangan (%)

a = Jumlah tanaman yang terserang

b = Jumlah tanaman yang diamati

Analisis Data. Data hasil pengamatan dianalisis dengan Analisis Varians (Anova). Data yang tidak normal ditransformasi ke $\sqrt{x+0,5}$. Perlakuan yang memperlihatkan pengaruh yang nyata dilanjutkan dengan uji BNJ pada $\alpha = 5\%$ (Hanafiah, 2008). Perhitungan efektifitas perlakuan mengacu pada Suryaningsih (2006), yaitu dengan menghitung nilai Daerah Dibawah Kurva Perkembangan Populasi (DDKPP) dan Daerah Dibawah Kurva Perkembangan Intensitas Serangan (DDKPS).

Dengan rumus :

$$DDKPP = \sum_{i=1}^{n-1} \left(\frac{X_i + X_{i+1}}{2} \right) (t_{i+1} - t_i)$$

Dimana :

i = Pengamatan ke 1,2,3, dst

X_{i+1} = Nilai kepadatan populasi pada pengamatan ke i + 1

X_i = Nilai kepadatan populasi pada pengamatan ke i.

t_{i+1} = Waktu pengamatan ke i + 1

t_i = Waktu pengamatan ke i

Efektifitas masing-masing perlakuan ditentukan berdasarkan kriteria :

- Nilai DDKPP terendah = perlakuan sangat efektif
- Nilai antara terendah dan rata-rata = efektif
- Nilai antara rata-rata dan tertinggi = kurang efektif
- Nilai DDKPP tertinggi = tidak efektif

Untuk perhitungan DDKPS nilai kepadatan populasi diganti dengan nilai intensitas serangan.

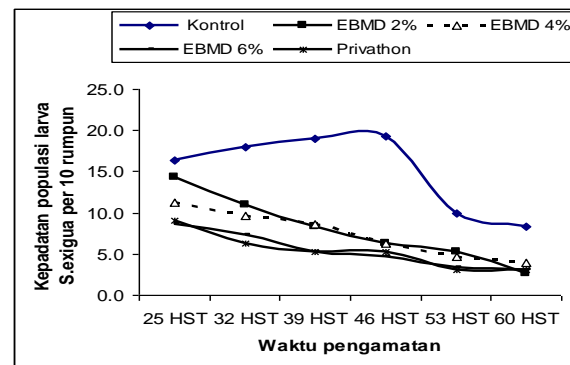
HASIL DAN PEMBAHASAN

HASIL.

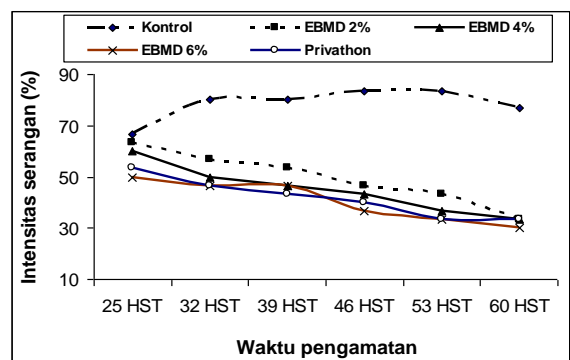
Kepadatan Populasi Larva *Spodoptera exigua*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa

perlakuan ekstrak biji mahkota dewa (EBMD) dan insektisida prevathon berpengaruh sangat nyata terhadap kepadatan populasi larva *Spodoptera exigua*. Perbedaan kepadatan populasi larva *Spodoptera exigua* yang nyata terdeteksi sejak pengamatan pertama (25 HST) sampai dengan pengamatan terakhir (60 HST). Populasi larva *Spodoptera exigua* pada setiap waktu pengamatan lebih tinggi pada kontrol dibandingkan dengan yang diaplikasi EBMD atau insektisida sintetis. Akan tetapi tidak ada perbedaan yang nyata antara insektisida prevathon dengan ekstrak biji mahkota dewa (khususnya pada konsentrasi 6%) dalam menekan populasi *Spodoptera exigua* (Tabel 1).

Aplikasi insektisida nabati dan sintetis yang pada pertanaman bawang merah berhasil menekan populasi larva *Spodoptera exigua* sejak pengamatan 25 sampai 60 HST, dibandingkan dengan tanpa perlakuan (Gambar 1).



Gambar 1. Rata-rata Kepadatan Populasi Larva *Spodoptera exigua* pada Waktu Pengamatan yang Berbeda



Gambar 2. Rata-rata Intensitas Serangan Larva *Spodoptera exigua* pada Beberapa Waktu Pengamatan

Tabel 1. Rata-rata Kepadatan Populasi Larva *Spodoptera exigua* pada Setiap waktu Pengamatan dan Nilai DDKP

Perlakuan	Rata-rata Kepadatan Populasi Larva <i>Spodoptera exigua</i> (Larva/10 Rumpun)						Rata-rata	DDKPP
	25	32	39	46	53	60		
	HST	HST	HST	HST	HST	HST		
Kontrol	16.3 (4.1)a	18 (4.3)a	19 (4.4)a	19.3 (4.4)a	10 (3.2)a	8.3 (2.9)a	14.7	541.3
EBMD 2%	14.3 (3.8)ab	11 (3.4)ab	8.3 (3.0)b	6.3 (2.6)b	5.3 (2.4)b	2.7 (1.7)b	8.0	276.4
EBMD 4%	11.3 (3.4)bc	9.7 (3.2)bc	8.7 (3.0)b	6.3 (2.6)b	4.7 (2.2)bc	4.0 (2.1)b	7.4	259.0
EBMD 6%	8.7 (3.0)c	7.3 (2.8)cd	5.3 (2.4)c	4.7 (2.2)b	3.3 (2.0)c	3.0 (1.9)b	5.4	185.5
Insektisida prevathon	9.0 (3.1)c	6.3 (2.6)d	5.3 (2.4)c	5.3 (2.4)b	3.0 (1.9)c	3.0 (1.9)b	5.3	181.9
Rata-rata DDKPP								288.8

Ket : Angka yang Diikuti Oleh Huruf yang Berbeda pada Kolom yang Sama Berbeda Nyata pada Uji BNJ $\alpha = 5\%$. Angka dalam Kurung Adalah Hasil Transformasi $\sqrt{x} + 0,5$

EBMD 2% dan 4% sudah mampu menurunkan populasi larva *Spodoptera exigua* pada setiap pengamatan, akan tetapi EBMD 6% menyebabkan penurunan populasi *Spodoptera exigua* tertinggi dan mendekati perlakuan insektisida prevathon. Rata-rata penurunan kepadatan populasi *Spodoptera exigua* akibat aplikasi EBMD 6% dan insektisida prevathon relatif sama yaitu masing-masing sebesar 9.4% dan 9.3% (Tabel 1). Hasil perhitungan DDKP menunjukkan adanya perbedaan efektivitas diantara perlakuan. Efektivitas perlakuan tertinggi diperlihatkan oleh insektisida prevathon dan EBMD 6%, kemudian diikuti oleh EBMD 4%, dan EBMD 2%. Namun demikian secara umum nilai DDKP kedua jenis insektisida yang digunakan lebih rendah dari nilai DDKP pada perlakuan tanpa aplikasi insektisida. Hal ini menunjukkan bahwa EBMD dan prevathon efektif dalam menekan populasi larva *Spodoptera exigua*.

Intensitas Serangan *Spodoptera exigua*. Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa perlakuan EBMD dan insektisida prevathon berpengaruh sangat nyata terhadap intensitas serangan *Spodoptera exigua*. Meskipun demikian perbedaan intensitas serangan *Spodoptera exigua* yang nyata baru nampak pada 45

HST sampai dengan 60 HST (Tabel 2). Pada semua pengamatan intensitas serangan *Spodoptera exigua* lebih tinggi pada kontrol dibandingkan dengan yang diaplikasi insektisida nabati (EBMD) atau insektisida sintetik. Akan tetapi tidak ada perbedaan yang nyata antara kedua jenis insektisida tersebut dalam menekan serangan *Spodoptera exigua*.

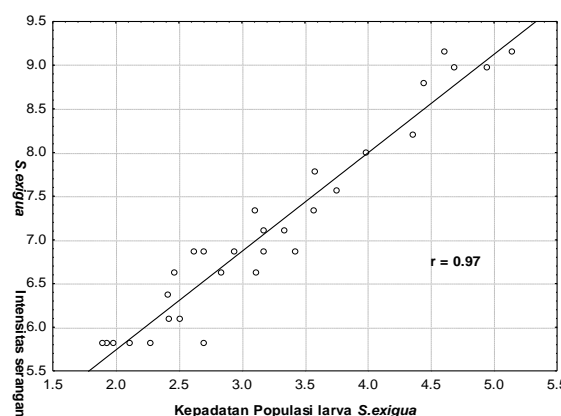
Hasil pengamatan menunjukkan bahwa intensitas serangan larva *Spodoptera exigua* mengalami penurunan pada 25 sampai 60 HST, kecuali pada tanaman tanpa perlakuan (Gambar 2).

Aplikasi EBMD konsentrasi 2%, 4% dan 6% dapat menurunkan intensitas serangan larva *Spodoptera exigua* pada setiap pengamatan dibandingkan dengan kontrol. Rata-rata penurunan intensitas serangan *Spodoptera exigua* akibat aplikasi EBMD 6% dan insektisida prevathon masing-masing sebesar 37.8% dan 36.7% (Tabel 2). Hasil perhitungan DDKP menunjukkan bahwa perlakuan yang efektivitasnya paling tinggi dalam menekan serangan *Spodoptera exigua* adalah insektisida prevathon, akan tetapi efektivitasnya hampir sama dengan EBMD 6%. Perlakuan EBMD 4% dan EBMD 2% tergolong rendah. Namun demikian efektivitasnya masih lebih tinggi dibandingkan dengan kontrol.

Tabel 2. Rata-rata Intensitas Serangan Larva *Spodoptera exigua* Pengamatan 25, 32, 39, 46, 53 dan 60 HST

Perlakuan	Rata-rata Intensitas Serangan Larva <i>Spodoptera exigua</i> (%) pada 10 Rumpun Tanaman						Rata-rata	DDKPS
	25 HST	32 HST	39 HST	46 HST	53 HST	60 HST		
Kontrol	66.7 (8.2)	80 (9.0)	80 (9.0)	83.3 (9.2)a	83.33 (9.2)a	76.67 (8.8)a	78.3	268.3
EBMD 2%	63.33 (8.0)	56.67 (7.6)	53.33 (7.3)	46.7 (6.9)b	43.3 (6.6)b	33.3 (5.8)b	49.4	116.7
EBMD 4%	60 (7.8)	50 (7.1)	46.7 (6.9)	43.3 (6.6)b	36.7 (6.1)b	33.3 (5.8)b	45.0	116.7
EBMD 6%	50 (7.1)	46.7 (6.9)	46.7 (6.9)	36.7 (6.1)b	33.3 (5.8)b	33.3 (5.8)b	40.6	105.0
Insektisida prevathon	53.3 (7.3)	46.7 (6.9)	43.3 (6.6)	40 (6.4)b	33.3 (5.8)b	33.3 (5.8)b	41.7	116.7
Rerata DDKPS								144.7

Ket : Angka yang Diikuti Oleh Huruf yang Berbeda pada Kolom yang sama Berbeda Nyata pada Uji BNJ $\alpha = 5\%$. Angka dalam Kurung Adalah Hasil Transformasi $\sqrt{x} + 0,5$



Gambar 3. Hubungan antara Kepadatan Populasi dan Intensitas Serangan *Spodoptera exigua*

PEMBAHASAN.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi insektisida nabati dari ekstrak biji mahkota dewa (EBMD) khususnya EBMD 6% efektif dalam menekan kepadatan populasi dan tingkat serangan *Spodoptera exigua* pada tanaman bawang merah. Hal yang menarik adalah efektivitas EBMD hampir sama dengan insektisida prevathon dalam mengendalikan hama *Spodoptera exigua* sebagaimana yang ditunjukkan oleh hasil perhitungan DDKPP dan DDKPS (Tabel 1 dan Tabel 2).

Insektisida nabati, EBMD mengandung zat aktif seperti alkaloid,

tannin, flavonoid, fenol, saponin, lignan, minyak atsiri dan sterol (Watuguly dan Wilhelmus, 2004; Batubara *et al.*, 2012). Senyawa alkaloid dan flavonoid dapat bersifat anti makan (Mello dan Filho, 2002). Senyawa lain yang bersifat menghambat makan serangga adalah terpenoid dan tanin (Harborne, 1988). Sebagian besar senyawa yang bersifat menghambat makan juga bersifat toksik terutama melalui penghambatan sistem syaraf serangga (Schoonhoven, 1982). Sementara itu insektisida prevathon mengandung bahan aktif klorantraniliprol yang termasuk racun kontak dan lambung. Insektisida ini dibuat khusus untuk mengendalikan hama-hama pada tanaman bawang merah, kubis, padi, kacang panjang dan kedelai.

Hasil analisis regresi menunjukkan adanya korelasi yang sangat kuat antara rata-rata kepadatan populasi dan intensitas serangan *Spodoptera exigua* ($r = 0.97$, $P = 0.000$) dengan persamaan regresi $Y = 3.48 + 1.13x$ (Gambar 3). Hal ini menunjukkan bahwa setiap penambahan 1 ekor larva akan diikuti oleh peningkatan intensitas serangan *Spodoptera exigua* sebesar 4.61%. Oleh karena itu diperlukan pengendalian yang efektif yang dapat menekan populasi *Spodoptera exigua* pada pertanaman bawang merah untuk mencegah peningkatan

serangan hama tersebut. Penelitian ini menunjukkan bahwa aplikasi EBMD 6% sudah mampu menekan populasi *Spodoptera exigua* dengan efektivitas yang sama dengan insektisida sintetik (prevathon).

EBMD tidak hanya bersifat toksik dan mematikan *Spodoptera exigua* tetapi juga terhadap hama dan serangga lainnya. EBMD konsentrasi 6% mampu menyebabkan mortalitas larva *C. binotalis* sebesar 60% (Apriani 2009) dan konsentrasi ekstrak biji 0,2% - 50% mengakibatkan mortalitas larva *Plutella xylostella* sebesar 4,04% - 89,72% (Anggraini, 2009). Ekstrak biji mahkota dewa juga sangat potensial untuk dikembangkan sebagai insektisida nabati untuk pengendalian nyamuk *Aedes aegypti* (Watuguly dan Wilhelmus, 2004).

Efektivitas insektisida nabati khususnya EBMD dalam mengendalikan hama *Spodoptera exigua* sejalan dengan penelitian sebelumnya bahwa insektisida nabati seperti ekstrak daun nimba (Shahabuddin dan Mahfudz, 2010), ekstrak daun widuri (Shahabuddin dan Wahid, 2002; Shahabuddin dan Pasar, 2009), serta ekstrak tanaman sidondo (Nasir dan Lasmini, 2008) cukup efektif digunakan untuk mengendalikan serangan *Spodoptera exigua* pada tanaman

bawang merah. Menarik untuk dikaji selanjutnya bagaimana kompatibilitas berbagai jenis insektisida nabati tersebut dalam pengendalian *Spodoptera exigua*.

Pengujian serta penggunaan insektisida nabati dan teknik pengendalian alternatif lainnya untuk pengendalian *Spodoptera exigua* perlu terus dilakukan karena hama ini dilaporkan telah resisten terhadap sejumlah insektisida kimia yang digunakan oleh petani di Taiwan (Cheng and Kao, 1993) dan di Indonesia (Negara, 2005). Selain itu upaya ini juga sejalan dengan konsep PHT yang menganjurkan penggunaan pestisida kimia sintetik sebagai alternatif terakhir teknik pengendalian.

KESIMPULAN

Ekstrak biji mahkota dewa (EBMD) 6% efektif dalam mengendalikan hama *Spodoptera exigua* dengan tingkat efektivitas yang sama dengan insektisida prevathon 50 SC. EBMD 6% dan insektisida prevathon dapat menekan rata-rata kepadatan populasi larva *Spodoptera exigua* sebesar 9.4% dan 9.3% serta menurunkan intensitas serangan *Spodoptera exigua* masing-masing sebesar 37.8% dan 36.7%.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggraini OD. 2009. *Uji Efektivitas Ekstrak Mahkota Dewa (Phaleria papuena warb.) terhadap Mortalitas Ulat Daun Kubis (Plutella xylostella L.) pada Tanaman Caisin*. http://dglib.uns.ac.id/pengguna.php?mn=detail&d_id=9472. Diakses pada Tanggal 10 Januari 2012.
- Apriani E. 2009. *Uji Efektivitas Ekstrak Mahkota Dewa (Phaleria papuena warb.) terhadap Mortalitas Ulat Daun Kubis (Plutella xylostella L.) pada Tanaman Caisin*. http://dglib.uns.ac.id/pengguna.php?mn=detail&d_id=9591. Diakses pada tanggal 10 Januari 2012.
- Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP), 2011. *Pengendalian Hama Ulat Spodoptera exigua pada Tanaman Bawang Merah*. www.pustaka.litbang.deptan.go.id. Diakses, Selasa 15 Maret 2011.
- Batubara, I., Kotsuka, S., Yamauchi, H., Kuspradini, T., Mitsunaga, Darusman L.K., 2012. *TNF- α Production Inhibitory Activity, Phenolic, Flavonoid and Tannin Contents of Selected Indonesian Medicinal Plants*. Research Journal of Medicinal Plant 6 (6):406-415
- Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Sulawesi Tengah (BPTP SULTENG), 2008. *Analisis Kebijakan Pembangunan Pertanian Di Sulawesi Tengah (APBN)*. <http://sulteng.litbang.deptan.go.id>. diakses 30 Agustus 2009.
- Cheng, E.Y., and Kao C.H., 1993. *Insecticide Resistance Study in Spodoptera exigua (Hubner). Detecting the Resistance in a General Survey*. J. Agric. Res. China 42) 4: 396-402.

- Hanafiah, K.A., 2008. *Rancangan Percobaan: Teori dan Aplikasi*. Raja Grafindo Persada, Jakarta.
- Harborne, J.B., 1988. *Introduction to Ecological Biochemistry*. 3th edition, Academic Press, London.
- Kalshoven, L.G.E., 1981. *The Pest of Crop in Indonesia*. by van der laan. PT. Ichtiar baru-van Hoeve. Jakarta.
- Mello, O.M, and Filho, M.C.S., 2002. *Plant-Insect Interactions: an Evolutionary Arms Race Between Two Distinct Defense Mechanisms*. Braz. J. Plant Physiol., 14(2):71-81.
- Nasir, B., dan Lasmini, S.A., 2008. Toksisitas Senyawa Bioaktif Tumbuhan "SIDONDO" (*Vitex Negundo L.*) pada *Spodoptera exigua* Hubner dan *Plutella xylostella* Linnaeus. J. Agroland (15) 4: 288-295.
- Negara, A., 2005. Resistensi Populasi Hama Bawang Merah *Spodoptera exigua* (Lepidoptera: Noctuidae) terhadap Klorfluazuron. J. Entomologi Indonesia 2 (2) : 1-7.
- Rukmana, R. 1995. *Bawang Merah Budidaya dan Pengelolaan Pasca Panen*. Yogyakarta : Penerbit Kanisius.
- Schoonhoven, L.M., 1982. *Biological Aspect of Antifeedants*. Ent. Exp. & Appl. (31): 231- 238.
- Shahabuddin dan Pasaru, F., 2009. Pengujian Efek Penghambatan Ekstrak Daun Widuri terhadap Pertumbuhan Larva *Spodoptera exigua* dengan Menggunakan Indeks Pertumbuhan Relatif. J. Agroland 16 (2):148-154.
- Shahabudin dan Mahfudz, 2010. Pengaruh Aplikasi Berbagai Jenis Insektisida terhadap Ulat Bawang (*Spodoptera exigua* hubn) dan Produksi Bawang Merah. J. Agroland 17 (2) : 115-122.
- Shahabuddin dan Wahid, A., 2002. Aktivitas Insektisida Ekstrak Daun Widuri (*Calotropis gigantea* (Wild) Dryant) (Dycotyledoneae: Asclepiadaceae) terhadap *Spodotera exigua* Hubner. (Lepidoptera: Noctuidae). J. Agroland 9 (4): 319-325.
- Setyolaksono, M.P., 2011. Potensi Tumbuhan sebagai Pestisida Nabati. <http://ditjenbun.deptan.go.id>. Diakses 01 Juni 2011.
- Suryaningsih. E. 2006. Pengendalian Lalat Pengorok Daun pada Tanaman Kentang Menggunakan Pestisida Biorasional Dirotasi dengan Pestisida Sintetik Secara Bergiliran. J. Hort 16 (3): 229-235.
- Untung, K., 2006. *Pengantar Pengelolaan Hama Terpadu*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Watuguly dan Wilhelmus T. 2004. Uji Toksisitas Bioinsektisida Ekstrak Biji Mahkota Dewa (*Phaleria papuana* Warb.) terhadap Mortalitas Nyamuk *Aedes aegypti* Linn Di Laboratorium. <http://www.adln.lib.unair.ac.id>. Diakses pada tanggal 10 September 2008.
- Wiratno. 2011. Diversifikasi Mahkota Dewa Sebagai Bahan Baku Pestisida Nabati. <http://perkebunan.litbang.deptan.go.id/index.php/id/publikasi/125>. Diakses 15 Januari 2011.